

## TUGAS AKHIR

# Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses *End Milling* Terhadap Kualitas Permukaan



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana  
Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh :

**DIAN WAHYUDI**  
**NIM : D200 060 097**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
JULI 2011**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**“Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses *End Milling* Terhadap Kualitas Permukaan”**

yang disusun untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan universitas muhammadiyah surakkarta atau instansi manapun kecuali sebagian yang bersumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Juli 2011  
Yang menyatakan

Dian Wahyudi

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir dengan judul “**Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses *End Milling* Terhadap Kualitas Permukaan**” ini telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Dian Wahyudi**

NIM : **D 200 060 097**

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen pembimbing II

(M. Alfatih Hendrawan, ST, MT)

(Ir. Bibit Sugito, MT)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul “**Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses *End Milling* Terhadap Kualitas Permukaan**” ini telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhamadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Dian Wahyudi**

NIM : **D 200 060 097**

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

Dewan penguji :

1. M. Alfatih Hendrawan, ST, MT ( )

2. Ir. Bibit Sugito, MT ( )

3. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT ( )

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan

( Ir. Agus Riyanto. SR, MT )

( Ir. Sartono Putro, MT )

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 02048/A.3-II/FT/TM/TA/IX/2010..... Tanggal ..27.September.2010.  
dengan ini :

Nama : Muh. Alfatih Hendrawan, ST, MT.  
Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

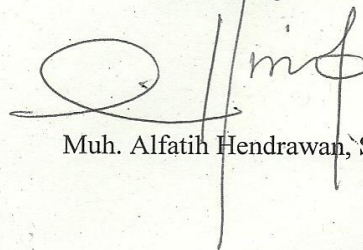
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Dian Wahyudi  
Nomor Induk : D 200 060 097  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : STUDI METODE PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL END  
Rincian Soal/Tugas : MILLING  
- VARIASIKAN METODE PENDINGINAN, KEC. POTONG, KEC.  
PEMAKINAN KEDALAMAN POTONG DAN CAIRAN CAIRAN  
PENDINGI KONSTAN  
- VARIABLE BEBAS (RESPON) ADALAH KEKASARAN PERMUKAAN.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, ..27.September.2010.....

Pembimbing



Muh. Alfatih Hendrawan, ST, MT.

Cc. : Ir. Bibit Sugito, MT  
Lektor Kepala

Keterangan :

\*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajur

2. Warna kuning untuk Pembimbing I

3. Warna merah untuk Pembimbing II

4. Warna putih untuk mahasiswa

## **MOTTO**

“ Jadikanlah sabar dan sholat itu sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali orang-orang yang khusyu “

(QS : Al Baqarah : 45)

“ Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap “

(QS : Al Insyiqaaq : 6 - 8)

Barang siapa diuji, lalu bersabar, diberi lalu bersyukur, didzalimi lalu memaafkan dan berbuat dzalim lalu istighfar, maka keselamatan dan merekalah orang-orang yang memperoleh hidayah “

(H.R. BAihaqi)

Kita berdoa kalau kesusahan dan membutuhkan sesuatu, mestinya kita juga berdoa dalam kegembiraan besar dan saat rezeki melimpah.

(Kahlil Gibran)

## **PERSEMBAHAN**

Untuk : Bapak Ibu tercinta & semua  
yang membaca

# **Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses *End Milling* Terhadap Kualitas Permukaan**

Dian Wahyudi, M. Alfatih Hendrawan, Bibit Sugito  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A.Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura  
Email : [diadi97@yahoo.co.id](mailto:diadi97@yahoo.co.id)

## **ABSTRAKSI**

*Fluida pemotongan atau sering disebut pendingin (coolant) berfungsi untuk menurunkan temperatur pemotongan dan pelumasan. Aplikasi fluida pemotongan adalah memperbaiki kualitas benda kerja selama mengalami proses pemotongan secara terus menerus oleh pahat (tool) dan juga berfungsi untuk memperbaiki umur pahat sehingga pahat akan tahan lama. Penelitian tentang kualitas permukaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari metode pendinginan dan parameter pemotongan yang digunakan, mengetahui metode yang paling cocok untuk digunakan, mengetahui kondisi yang paling optimal pada proses end milling.*

*Material yang digunakan pada proses end milling ini adalah baja ST 70. Parameter pemotongan ditentukan masing-masing diatur tiga tngkatan, kecepatan Potong (V) 5,8404 m/menit, 17,27 m/menit, 24,2408 m/menit, gerak pemakanan (fz) 0,01 mm, 0,03 mm, 0,06 mm, cairan pendingin semi sintetik dengan perbandingan 1:10. Cairan pendingin (semi sintetik) diarahkan pada titik pemotongan dengan cara dikucurkan, dikabutkan dan dikuas, kemudian kekasaran permukaan diukur dan dianalisa dengan menggunakan software.*

*Dari hasil pengujian kekasaran permukaan pada ketiga variasi metode pendinginan, metode pendinginan dengan cara dikucurkan memperoleh kualitas permukaan yang paling bagus. Sedangkan metode yang memiliki hasil yang paling rendah kualitasnya adalah metode pendinginan dengan cara dikuas. Dari parameter pemotongan didapat nilai kehalusan permukaan paling bagus adalah pada kecepatan potong tinggi dan pada kedalaman pemakanan rendah.*

**Kata kunci : Fluida pemotongan, *End milling*, Metode pendinginan, Kekasaran permukaan**



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dn hidayah-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses *End Milling* Terhadap Kualitas Permukaan**” ini dengan lancar. Shalawat serta salam penulis sampaikan kehadiran Nabi Muhammad SAW, yang dengan perjuangan beliau kita bisa selalu di jalan-Nya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan ini, penulis sampaikan dengan tulus dan homat kepada :

1. Ir. Agus Riyanto. SR, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. M. Alfatih Hendrawan, ST, MT. selaku Pembimbing Utama.
4. Ir. Bibit Sugito, MT. selaku Pembimbing Pendamping.
5. Ir. Sartono Putro, MT. selaku Pembimbing Akademik.
6. Segenap dosen dan staf karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak Ibu dan keluarga tercinta atas nasehat, do'a, dukungan dan kasih sayang serta didikan yang telah diberikan selama ini.
8. Lieliek Nurhayati, yang selalu memberikan inspirasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman seperjuangan Chairul Annam dan Nanang Wibowo, terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya.
10. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2006, terimakasih untuk semua hal yang pernah kita lalu bersama. Semoga sukses, Amin.

11. Semua pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu. Terimakasih.

Sebagai satu tahapan dalam proses belajar, tentunya dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan maupun kesalahan. Untuk itu maka diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal .....	v
Motto .....	vi
Halaman Persembahan .....	vii
Abstraksi .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	xi
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
 BAB I    PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Manfaat Hasil Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
 BAB II    TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1    Mesin Milling .....	7
2.2.2    Mekanisme Pembentukan Geram.....	13
2.2.3    Gaya Pemotongan Dalam Proses Frais.....	15
2.2.4    Sudut Geser dan Rasio Pemampatan Geram.....	18
2.2.5    Radius Pojok.....	22
2.2.6    Cairan Pendingin .....	23
2.2.7    Material Pahat.....	28

2.2.8	Baja Karbon .....	31
2.2.9	Kekasaran Permukaan.....	33
2.2.10	Metode Statistik Pada Minitab.....	39
 BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	43
3.1.1	Studi Literatur.....	44
3.1.2	Bahan dan Alat .....	44
3.1.3	Persiapan Spesimen.....	50
3.1.4	Proses Pengefraisan.....	51
3.1.5	Pengukuran Kekasaran Permukaan .....	54
3.2	Sampel .....	55
3.3	Rancangan Analisa Data.....	56
3.4	Kesulitan.....	56
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data hasil pengujian .....	57
4.2	Analisa Data .....	58
4.2.1	Uji 2 Variansi .....	58
4.2.2	Analysis Of Variance ( ANOVA).....	59
4.2.3	Pengaruh Parameter Pemotongan dan Metode Pendinginan .....	60
4.2.4	Pengaruh Interaksi Parameter Pemotongan dan Metode Pendinginan Terhadap Kekasaran Permukaan .....	63
4.3	Pembahasan .....	65
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran .....	70
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tiga klasifikasi proses frais .....	9
Gambar 2.2. Frais naik dan Frais turun.....	10
Gambar 2.3. Gambar skematis proses frais vertical dan frais horizontal ....	11
Gambar 2.4. Teori (yang dianut) terjadinya geram .....	13
Gambar 2.5. Proses pembentukan geram menurut teori analogi kartu (Pispanen analogi) dan perpanjangan kristal terjadi deformasi dan pergeseran bagi benda kerja berkrystal tunggal .....	15
Gambar 2.6. Geometri geram sebelum terpotong dalam proses frais datar dan tegak .....	17
Gambar 2.7. Arah kecepatan geser ( $v_s$ ), kecepatan aliran geram ( $v_c$ ) dan kecepatan potong ( $v$ ) (Sumber .....	21
Gambar 2.8. Metode pendinginan dikucurkan/dibanjirkan .....	27
Gambar 2.9. Metode pendinginan dikabutkan .....	28
Gambar 2.10. Profil permukaan .....	38
Gambar 3.1. Diagram alir Penelitian .....	43
Gambar 3.2. Cairan pendingin semi sintetis .....	45
Gambar 3.3. Mesin Frais EMCO F3 .....	45
Gambar 3.4. Pahat frais .....	46
Gambar 3.5. Gergaji mesin .....	47
Gambar 3.6. Jangka sorong.....	47
Gambar 3.7. Tachometer .....	48
Gambar 3.8. kuas .....	48
Gambar 3.9. Kompresor .....	49
Gambar 3.10. Alat pengabut.....	49
Gambar 3.11. Alat ukur kekasaran .....	50
Gambar 3.12. Spesimen .....	51
Gambar 3.13. Skema titik pengucuran.....	53

Gambar 3.14. Skema titik pengabutan.....	53
Gambar 3.15. Skema titik penguasan.....	54
Gambar 3.16. Pengukuran kekasaran .....	54
Gambar 4.1. Hasil analisis desain faktorial.....	59
Gambar 4.2. Grafik pengaruh kecepatan potong (V) vs Ra rata-rata pada proses <i>end milling</i> .....	60
Gambar 4.3. Grafik pengaruh gerak pemakanan ( $f_z$ ) vs Ra rata-rata pada proses <i>end milling</i> .....	61
Gambar 4.4. Grafik pengaruh metode pendinginan vs Ra rata-rata pada proses <i>end milling</i> .....	62
Gambar 4.5. Grafik interaksi Kecepatan potong (V) dengan Metode pendinginan terhadap Ra rata-rata pada proses <i>end milling</i> ..	63
Gambar 4.6. Grafik interaksi Gerak pemakanan ( $f_z$ ) dengan Metode pendinginan terhadap Ra rata-rata pada proses <i>end milling</i> ..	64
Gambar 4.7. Proses pendinginan dikururkan .....	66
Gambar 4.8. Proses pendinginan dikururkan .....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi baja karbon .....	32
Tabel 2.2. Klasifikasi baja karbon.....	33
Tabel 3.1. Data komposisi cairan pendingin semi sintetik.....	45
Tabel 3.2. Data pahat HSS.....	46
Tabel 3.3. Data proses pengefraisan kecepatan rendah.....	51
Tabel 3.4. Data proses pengefraisan kecepatan sedang.....	52
Tabel 3.5. Data proses pengefraisan kecepatan tinggi.....	52
Tabel 3.6. Sampel eksperimen.....	55
Tabel 4.1. Data hasil pengujian kekasaran permukaan.....	57
Tabel 4.2. Data hasil pengujian rata-rata kekasaran permukaan.....	58